

ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA SIÊU DẸO LIGNOSULFONAT TỪ RƠM RẠ ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG CHỨA SILICA FUME

Đến tòa soạn 15/12/2016

Vũ Đình Ngộ, Trần Thị Hằng, Hà Quang Ánh

Nguyễn Đức Tuân, Nguyễn Thành Đoàn

Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp Việt Trì

SUMMARY

EFFECT OF LIGNOSULPHONATE SUPERPLASTICIZER FROM RICE STRAW ON PROPERTIES OF CONCRETE CONTAINING SILICA FUME

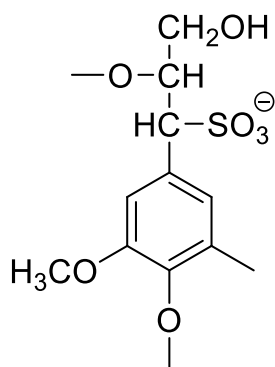
This work aims to study the effect of the lignosulphonate from rice straw of Vietnam (LSVN) on the slump, compressive strength and microstructure of high performance concrete containing silica fume (SF). The concrete were prepared from sand, Portland cement PC50 and 5 wt.% SF. The results show that addition of LSVN to the concrete increased their slump and reduced the water/cement ratio. The addition of 0.15-0.2 wt.% LSVN brings higher compressive strength values of concrete containing SF than those of concrete non-containing SF. When dosage was 0.15%, the water reduction was 21.2% in concrete.

Keywords: lignosulphonate, high performance concrete, silica fume, compressive strength, slump

1. MỞ ĐẦU

Trên thế giới, lignosulfonat được sử dụng rộng rãi để làm phụ gia bê tông xây dựng trong nhiều thập kỷ do nó có giá thành tương đối thấp. Từ một phụ gia giảm nước từ 6-10% được Malhotra [1] báo cáo tại Hội nghị Quốc tế về xi măng và bê tông năm 1997, tiếp đó, những tiến bộ đáng kể đã được thực hiện trong quá trình sản xuất và sử dụng lignosulfonat thế hệ mới đã làm giảm lượng nước trộn bê tông từ 15-25%, báo cáo của Reknes và

Peterson [2] cho rằng có thể sản xuất bê tông tự đầm từ phụ gia này. Sự có mặt của phụ gia lignosulfonat trong bê tông làm cho hỗn hợp bê tông linh động, dễ thi công, hơn nữa làm giảm được lượng nước trộn, tăng cường độ sớm của bê tông [3]. Tuy nhiên, sự giảm lượng nước trộn còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố ảnh hưởng như: loại xi măng, lượng phụ gia, nhiệt độ môi trường và thời gian. Cấu trúc của anion lignosulfonat được thể hiện ở Hình 1[4].



Hình 1. Cấu trúc của anion lignosulfonat

Bê tông tính năng cao là loại bê tông có cường độ chịu nén đạt trên 80 MPa sau khi dưỡng mẫu 28 ngày tuổi, trong thành phần của nó sử dụng các phụ gia khoáng như tro bay, SF và đặc biệt là phụ gia siêu dẻo để giảm lượng nước trộn bê tông. Trong những năm gần đây bê tông tính năng cao được sử dụng trong các công trình xây dựng như: cầu, đường, nhà và công trình thủy quy mô lớn với yêu cầu tuổi thọ trên 100 năm.

SF là sản phẩm phụ trong công nghiệp luyện kim, nó có bề mặt riêng từ 13-20 m²/g, hàm lượng SiO₂ dao động từ 85-96%. SF được sử dụng như là một phụ gia hoạt tính trong bê tông. Mohamed Heikal [5] đã nghiên cứu ảnh hưởng của huyền phù xi măng chứa SF kết hợp với phụ gia siêu dẻo polycarboxylat ether, kết quả cho thấy khi sử dụng hỗn hợp 90% xi măng và 10% SF cường độ của đá xi măng được tăng cao. Wieslaw Kurdowski [6] cho rằng sự tăng cường độ của vữa xi măng được thấy rõ sau 10 ngày với lượng SF dao động từ 5-15%. Lignosulfonat - sản phẩm biến tính từ lignin là phụ gia phổ biến trong lĩnh vực vật liệu xây dựng, nó được sử dụng để làm: chất kết dính tăng

cứng cho quá trình tạo hình gạch gốm ốp lát, phụ gia tạo hình gạch chịu lửa, phụ gia giảm nước cho bê tông xây dựng. Ở Việt Nam, lúa là cây trồng nông nghiệp chính, mỗi hecta trồng lúa có đến 6 tấn rơm rạ, nên lượng rơm rạ thu được sau thu hoạch là rất lớn, ước khoảng gần 46 triệu tấn/năm. Lượng rơm rạ này là phế thải, chủ yếu được đốt bỏ ngay trên cánh đồng gây lãng phí và ô nhiễm môi trường. Trong rơm rạ chứa lượng lớn lignin (khoảng gần 20%), vì vậy cần được khai thác để ứng dụng trong sản xuất một số sản phẩm công nghiệp. Ảnh hưởng của lignosulfonat thương phẩm tới tính chất của bê tông đã được công bố trong các công trình [1-3], tuy nhiên, các nghiên cứu đối với lignosulfonat đi từ rơm rạ Việt Nam tới tính chất của bê tông còn chưa được công bố.

Mục tiêu của bài báo này là nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia siêu dẻo lignosulfonat được tách chiết từ rơm rạ Việt Nam tới một số tính chất của bê tông như độ sụt, cường độ chịu nén, từ đó đánh giá khả năng sử dụng phụ gia này để làm bê tông tính năng cao.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu và thiết bị

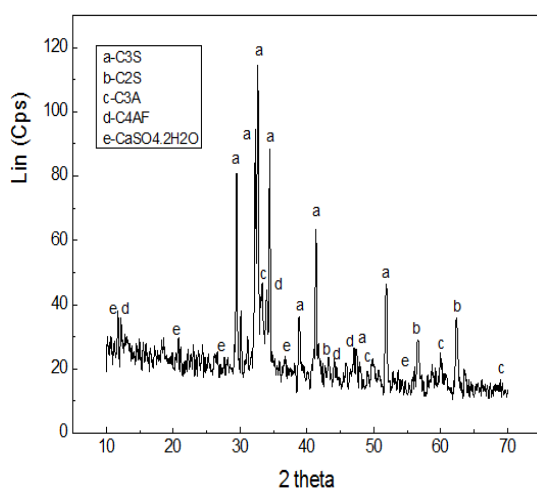
Xi măng sử dụng cho nghiên cứu là sản phẩm PC 50 của Công ty CP xi măng Sông Thao (Phú Thọ). Các đặc tính cơ bản của xi măng PC 50 được thể hiện ở Bảng 1, trong đó thành phần hóa học của xi măng được phân tích bằng máy huỳnh quang tia X ADVANT'X XRF của hãng Thermo Scientific (Hoa Kỳ). Kết quả

phân tích phổ nhiễu xạ tia X (XRD) của xi măng trên máy D8 Advanced Brucker (Đức) được thể hiện ở Hình 1. Cốt liệu bê tông sử dụng cát vàng Sông Lô, kích thước từ 0-5 mm. Silica fume sử dụng loại SF 94U của hãng Elkem (Na Uy), có

độ mịn trung bình 0,1610 μm , kết quả phân tích thành phần hạt bằng phương pháp tán xạ laser trên máy HORIBA LA 300 (MỸ) được thể hiện ở Hình 3 và Bảng 2. LSVN có thành phần và tính chất được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 1. Đặc tính của xi măng PC50

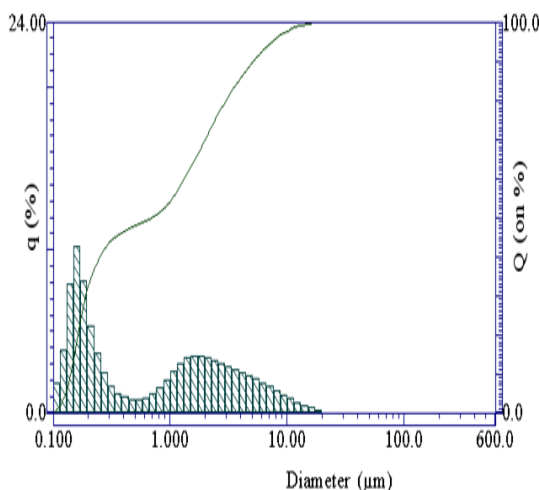
Thành phần hóa học, %							
SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	SO_3	Na_2O	K_2O
20,8	4,3	64,7	2,1	3,4	3,2	0,46	0,25
Thành phần khoáng (theo công thức Bogue [7]), %							
C_3S	C_2S		C_3A		C_4AF		
59,80	14,52		5,65		10,35		
Tính chất cơ lý							
Cường độ chịu nén sau 3 ngày, Mpa	Cường độ chịu nén sau 28 ngày, MPa		Thời gian bắt đầu đông kết, phút		Thời gian kết thúc đông kết, phút		
32,3	56,4		160		240		



Hình 2. Phổ XRD của xi măng PC50

2.2. Phương pháp tạo mẫu bê tông

Bê tông chứa SF được cân và trộn trong máy trộn dung tích 20 lít theo các bài phối liệu ở Bảng 4. Đối với phối liệu bê tông không chứa SF, tỷ lệ % phối liệu xi măng/cát = 45/55, lượng LSVN được



Hình 3. Phân bố hạt của SF 94U

thêm vào giống như phối liệu bê tông chứa SF.

Mẫu bê tông tươi được kiểm tra độ sụt bằng côn hình nón cụt (có đường kính nhỏ $d = 10\text{ cm}$, đường kính lớn $D = 20\text{ cm}$, chiều cao $h = 30\text{ cm}$) theo TCVN 3016: 1993. Mẫu bê tông sau đó được đúc

khuôn hình lập phương kích thước 15 x 15 x 15 cm, dưỡng hộ ở 27 ± 2 °C, độ ẩm $95 \div 100\%$, sau 24 giờ tháo mẫu khỏi khuôn và ngâm vào nước sạch, kiểm tra cường độ chịu nén của bê tông ở 3 ngày

và 28 ngày tuổi theo TCVN 3118:2012. Cấu trúc của bê tông được chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) trên thiết bị JEOL JSM 5410LV (Nhật Bản).

Bảng 2. Thành phần hạt của SF 94U

STT	Tỷ lệ hạt	Kích thước, μm	STT	Tỷ lệ hạt	Kích thước, μm
1	5%	< 0,1283	6	60%	< 1,3381
2	10%	< 0,1415	7	70%	< 1,9827
3	20%	< 0,1638	8	80%	< 3,0333
4	30%	< 0,1415	9	90%	< 5,1845
5	40%	< 0,2513	10	95%	< 7,5282

Bảng 3. Thành phần và tính chất của LSVN

Thành phần và tính chất	Giá trị
Hàm lượng, %	93,18
pH (dung dịch 10%)	9,25
Hàm lượng đường, %	2,1
Hàm lượng muối vô cơ, %	3,2
Độ ẩm, %	4,2

Bảng 4. Phối liệu bê tông chứa SF

Nguyên liệu (% khối lượng)	BT0	BT1	BT2	BT3	BT4
Cát	50	50	50	50	50
Xi măng PC 50	45	45	45	45	45
SF 94U	5	5	5	5	5
TỔNG	100	100	100	100	100
LSVN	0	0,05	0,10	0,15	0,20
Nước/xi măng	0,33	0,30	0,28	0,26	0,26

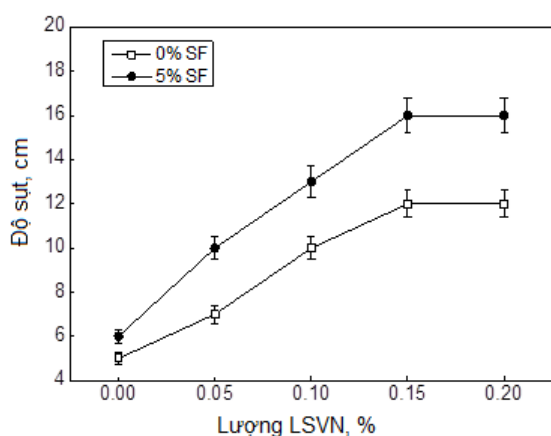
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của LSVN đến độ sụt của bê tông

Giá trị độ sụt của bê tông theo lượng LSVN được thể hiện ở Hình 3. Độ sụt là một chỉ tiêu quan trọng của bê tông tươi, nó phản ánh độ chảy của bê tông, bê tông

có độ sụt cao thì dễ chảy, do đó dễ thi công. Khi tăng lượng LSVN thì giá trị độ sụt tăng dần, đối với mẫu bê tông không chứa SF, lượng LSVN là 0,15% và 0,20% thì độ sụt đạt giá trị ổn định là 11 cm. Độ sụt tăng lên khi thêm phụ gia LSVN được giải thích như sau: LSVN khi hoà tan trong

nước tạo ra các ion mang điện âm (anion), các anion này bám vào bề mặt của các hạt xi măng, các hạt xi măng được phân tán do lực đẩy tĩnh điện làm cho hồ xi măng linh động hơn và như vậy làm tăng độ chảy của bê tông [7]. Khi hàm lượng LSVN vừa đủ, lực đẩy tĩnh điện mạnh nhất làm cho bê tông có độ chảy cao nhất. Với sự có mặt của 5% SF trong phối liệu bê tông, do các hạt SF hình cầu, có kích thước trung bình $0,1610\ \mu\text{m}$, làm cho bê tông dễ chảy hơn, do đó độ sụt của bê tông chứa SF cao hơn so với bê tông không chứa SF, giá trị độ sụt của bê tông đạt 16 cm ứng với lượng LSVN là 0,15% và 0,2%.

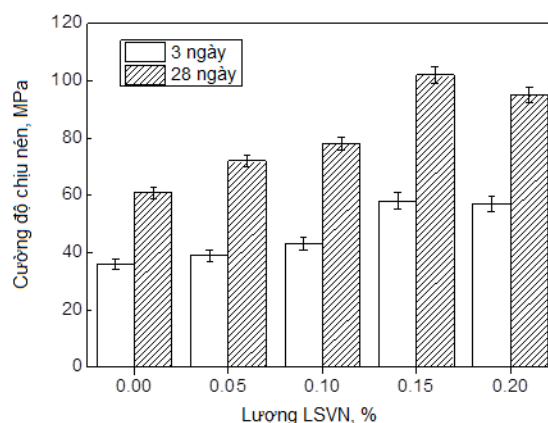


Hình 3. Độ sụt của bê tông theo lượng LSVN

Sự có mặt của phụ gia LSVN còn làm giảm lượng nước trộn bê tông chứa SF, cơ chế giảm nước được giải thích [8]: Khi chưa có phụ gia các hạt xi măng có xu hướng bị kết tụ, nước trộn bê tông bị mắc kẹt giữa các hạt xi măng làm cho xi măng khó thủy hóa, do đó phải cần thêm một lượng nước nhất định để cho xi măng thủy hóa. Khi có mặt phụ gia

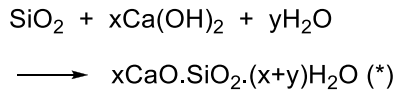
LSVN, nó bao phủ bề mặt các hạt xi măng, gây ra lực đẩy tĩnh điện làm cho các hạt xi măng được phân tán, linh động, nước bị mắc kẹt được giải phóng và đủ cho xi măng thủy hóa. Với mẫu bê tông không có phụ gia LSVN, tỷ lệ nước/xi măng = 0,33; mẫu có 0,15% LS, tỷ lệ nước/xi măng giảm xuống còn 0,26, do vậy, phụ gia LSVN giảm được lượng nước trộn bê tông là $0,07/0,33 = 21,2\%$.

3.2. Ảnh hưởng của LSVN đến cường độ và cấu trúc của bê tông



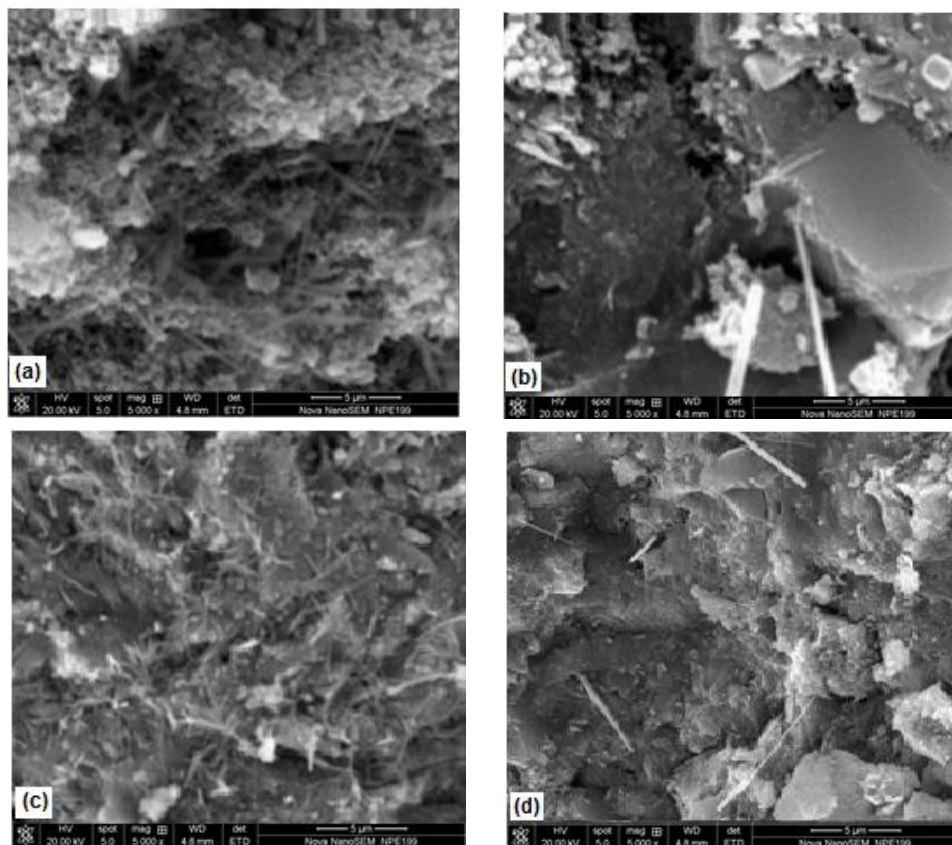
Hình 4. Cường độ chịu nén của bê tông theo lượng LSVN

Khi tăng lượng phụ gia LSVN, cường độ chịu nén của bê tông chứa SF tăng lên ở 3 ngày và 28 ngày tuổi (Hình 4), mẫu không chứa phụ gia LSVN có cường độ chịu nén sau 28 ngày đạt 61 MPa, cường độ bê tông đạt cao nhất khi lượng phụ gia LSVN là 0,15%, sau 28 ngày tuổi đạt cường độ 102 MPa. Khi có SF, cường độ của bê tông được tăng lên. SF trong bê tông có tác dụng như một loại phụ gia khoáng hoạt tính. Phản ứng giữa SiO_2 trong SF với Ca(OH)_2 được tạo ra do thủy hoá xi măng theo phản ứng [8]:



Sản phẩm phản ứng là gel $x\text{CaO}.\text{SiO}_2.(x+y)\text{H}_2\text{O}$ (hay C-S-H) liên kết chặt chẽ hơn với cốt liệu. Vai trò của C-S-H là làm tăng cường độ, đặc biệt là cường độ cao và sớm, hơn nữa, SF đóng vai các chất kết dính về mặt vật lý, SF có kích thước hạt nhỏ, nó lấp đầy các lỗ rỗng trong bê tông, tăng mạnh liên kết giữa cốt liệu với hồ xi măng của bê tông chứa SF so với bê tông thông thường. Sự có mặt của SF trong bê tông cũng làm giảm thiểu lượng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong cấu trúc bê tông {phản ứng (*)}, do vậy bê tông bền hơn trong các môi trường xâm thực

và giảm dần nở thể tích [7,8]. Cấu trúc của mẫu BT3 (5% SF; 0,15% LSVN) và mẫu bê tông BT0 (5% SF; 0% LSVN) sau 3 và 28 ngày tuổi được thể hiện ở Hình 5. Mẫu BT0, do lượng nước trộn cao nên có cấu trúc rỗng hơn mẫu BT3. Ở 3 ngày tuổi, cả 2 mẫu bê tông đều có các tinh thể dạng hình kim, đó là các tinh thể ettringit [7], bên cạnh đó là các tinh thể C-S-H ở dạng sợi nhánh. Sau 28 ngày tuổi, các sản phẩm thủy hóa của xi măng phát triển thành các tinh thể lớn hơn, do đó làm tăng cường độ của bê tông. Sự tăng cường độ và độ sụt bê tông khi thêm LSVN cho thấy có thể sử dụng làm phụ gia này để chế tạo bê tông tính năng cao.



Hình 5. Ảnh SEM của mẫu BT0: sau 3 ngày tuổi (a); sau 28 ngày tuổi (b); Mẫu BT3: sau 3 ngày tuổi (c); sau 28 ngày tuổi (d)

4. KẾT LUẬN

Khi tăng lượng LSVN, độ sụt của bê tông tăng lên, lượng LSVN hiệu quả trong phối liệu bê tông là 0,15%. Khi không sử dụng phụ gia LSVN, cường độ chịu nén của bê tông chứa 5% SF là 61 MPa, khi thêm 0,15% phụ gia LSVN, cường độ chịu nén của bê tông đạt 102 MPa sau khi dưỡng mẫu ở 28 ngày tuổi. Phụ gia LSVN là phụ gia giảm nước trong bê tông hiệu quả, mức độ giảm nước đến 21,2%. Có thể sử dụng LSVN làm phụ gia để chế tạo bê tông tính năng cao.

Lời cảm ơn: bài báo này được thực hiện bởi sự hỗ trợ kinh phí của đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số ĐTĐL.CN – 07/15.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. V. M. Malhotra, “*Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete*”, ACI, Farmington Hill, Mi, USA (1997).
2. K. Reknes, B. G. Peterson, “Self-Compacting Concrete with Lignosulphonate Based Superplasticizer”, *International Symposium on Self-Compacting Concrete*, Reykjavik, 184-189 (2003).
3. J. Zhor, T. W. Bremner, “Role of Lignosulfonates in High Performance Concrete”, *Proceedings of the International Symposium on The Role of Admixtures in High Performance Concrete*, Monterrey, Mexico, 143-165 (1999).
4. J. Bensted, P. Barnes, “Structure and Performance of Cements”, *Spon Press*, London (2002).
5. M. Heikal, M. S. Morsy, “Effect of polycarboxylate superplasticizer on hydration characteristics of cement pastes containing silica fume”, *Ceramics - Silikáty*, 50 (1), 5-14 (2006).
6. W. Kurdowski, “Cement and Concrete Chemistry”, *Springer*, London (2014).
7. H. F. W. Taylor, “Cement Chemistry”, *Academic Press*, London (1997).
8. P. C. Hewlett, “Lea's Chemistry of Cement and Concrete”, *Published by Elsevier Ltd*, London (1998).